

網地の附着物による汚れについて

佐々木道也

1 はじめに

現在、湖沼において漁具の附着物による汚れの被害をもっとも受けているのは張網であろう。張網に附着物が着生すると、垣網が目立ちやすくなって、囲網に魚類が誘導されにくくなり、また魚取部の中の魚類等が網目の目づまりのために、水の交流が悪くなって斃死するものが多くなり、漁獲が減少するといわれている。

一方、稚魚の網生養殖の問題の一つにも、網地の汚れ、すなわち網地の目づまりによる水の交流量の低下があげられている。

このように、網地の附着物による汚れは水産にとって大きな問題の一つであるが、この汚れによる被害は近年とくにひどくなっている傾向にある。

そこでここでは、網地の附着物による汚れがどのような形でおこっているのかを調べることにより、附着物防除に役立てることを目的に、この試験をおこなった。

2 実験結果および考察

(1) 汚れの機構

網地の汚れとは網地に種々の物質が附着することを指している。したがってこの附着物が何であり、それらがどういふ附着のしかたをするのかが重要な問題であることは当然である。

附着物としては、植物ならびに動物プランクトン、原生動物、ユスリカの幼虫、バクテリア、デトリタスおよび鉱物質等があげられる。これらの附着物がどのようにして網地に附着するかを調べるために、次のような試験をおこなった。

容積100cc入りのポリビンに、一方は地下水で溶解した寒天を、他方には蒸発して濃縮したホルマリン溶液で溶解した寒天を入れ、夫々の容器の口をナイロン、マーキュゼット30メッシュ網地でおおって、霞ヶ浦湖水注入池に垂下した。垂下29日後、夫々の網地の附着物乾燥重量、附着物のCODおよび珪藻の数を調べた。この場合CODはアルカリ酸化法で、珪藻は硫酸で熱処理後、検鏡し数をかぞえた。

結果は第1表に示した。これによるとホルマリン処理をおこなった網地には、明らかに附着物が少ない。このことは網地の汚れには生物がかならず何らかの形で関与し、生物の働きがな

第1表 ホルマリンの汚れに対する影響

	附着物乾燥重量	COD	珪藻
ホルマリン処理	0.06 mg/cm ²	0.05 mg/10cm ²	739 個/cm ²
対 照	1.28	3.23	971 × 10 ³

い場合にはおこらないことを意味している。

次に、直径11cm、長さ4mの二本の塩化ビニール管の中央に、夫々ナイロン・マーキュゼット30メッシュ網地を張った木枠を固定し、湖水注入池の水面下20cmの所に水平に設置した。一方は光が網地に全く当たらないようにし、他方は日中だけ網地に光が当たるようにして20日間放置後取りあげた。夫々の網地の附着物乾燥重量、附着物のCODおよび珪藻の数をさきの試験と同じ方法で測定した。

結果は第2表の通りであるが、これによると暗処理をおこなったものは、明らかに附着物量が少ない。

第2表 明暗が汚れにおよぼす影響

ところで、さきに述べた種々の附着物質の中で、暗処理をおこなうことによっ

	附着物乾燥重量	COD	珪藻
暗処理	0.01 mg/10cm ²	0.05 mg/10cm ²	4057 個/cm ²
対照	0.52	1.14	1491×10 ²

て、最も影響を受ける生物は、植物プランクトンであると思われる。これは暗処理をおこなった網地の珪藻が、他方に比較して、約37分の1しか附着していないことから十分考えられる。

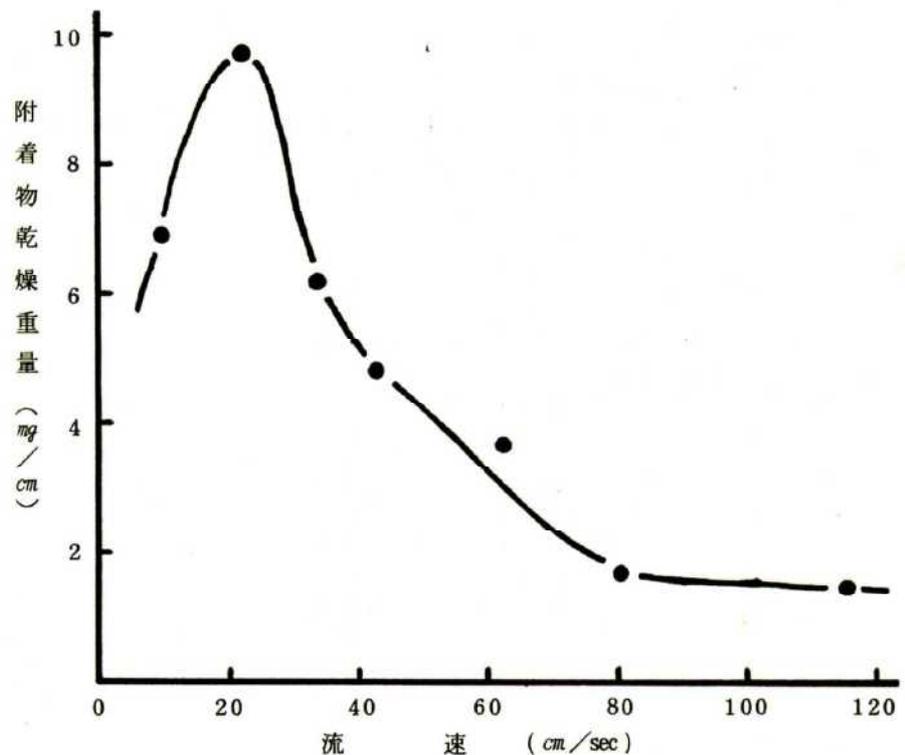
以上の結果から、附着性の植物プランクトン、とくに附着珪藻が網地の汚れに重要な働きをしていることが推測される。

このことは次の実験結果からも予測される。直径6mmのクレモナ紐を、種々の速度の湖水流水中に垂下し、流速と附着物量との関係を調べた。また、この実験とは別に、直径0.9mmのナイロン紐を用いて

第1図 流速と附着物量との関係

同じく種々の速度の湖水流水中に垂下して、流速と附着珪藻の附着との関係を調べた。結果は夫々第1図および第2図に示した。なお、どちらの実験も流量を夫々1000ℓと一定にした場合の値である。

クレモナとナイロンとの違いはあるが、どちらも全く同じような傾向



を示していることは、
 附着物量と附着珪藻
 とが何らかの相関関
 係にあたることが考
 えられる。

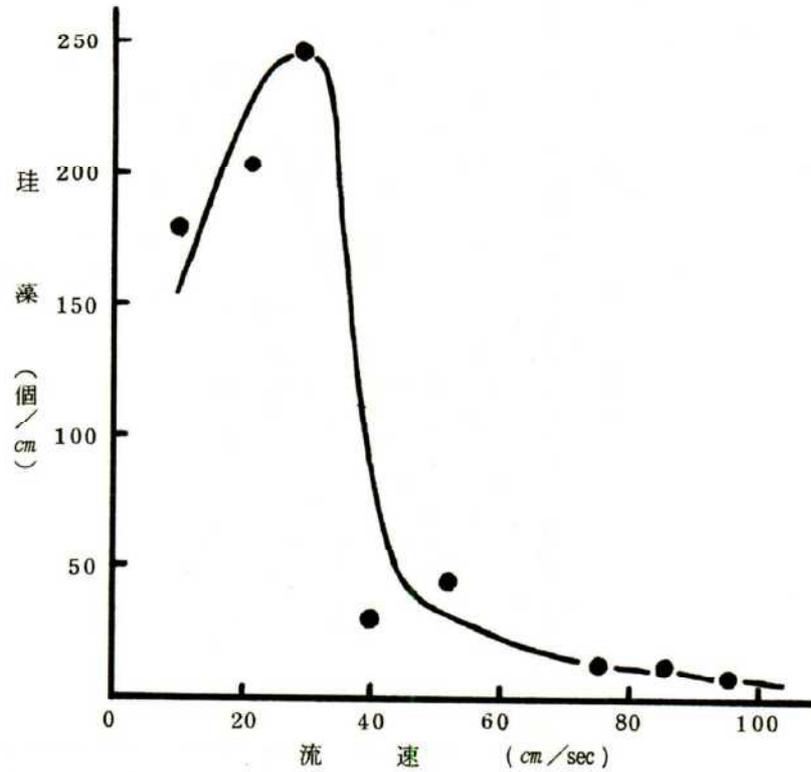
また第3図はナイ
 ロン・マーキュゼッ
 ト30メッシュ網地
 を、45ℓの湖水を
 入れた水槽に垂下し、
 air stoneで送
 気しながら水を動か
 して垂下時期と附着
 珪藻の附着との関係
 をみたものである。

水中の附着珪藻の
 数にもよるが、極く
 短時間のうちに多数
 の珪藻が附着すること
 から、附着珪藻が重要
 な働きをしていること
 が推測される。

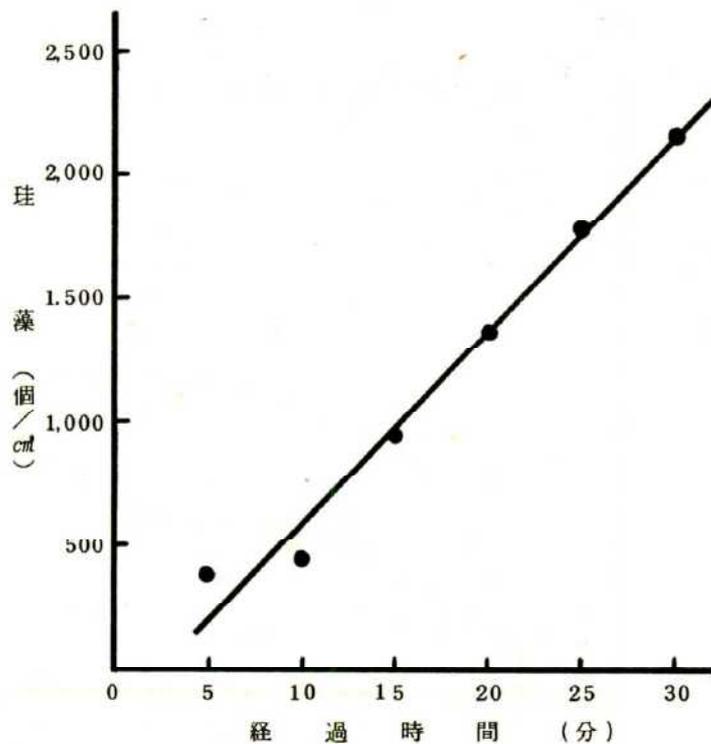
このように網地の汚
 れは附着性の植物
 プラクトンが最初に
 着生し、その後それ
 を足場にして他物の
 着生がおこるものと
 考えられる。

- (2) 経過日数と汚
 れとの関係
 網地の汚れが、垂
 下日数にもなってど
 のような変化がみ
 られるかを、透明度
 50cmおよび30cm
 の池中に、ナイロン
 ・マーキュゼット3
 0メッシュ網地を垂
 下して調べた。

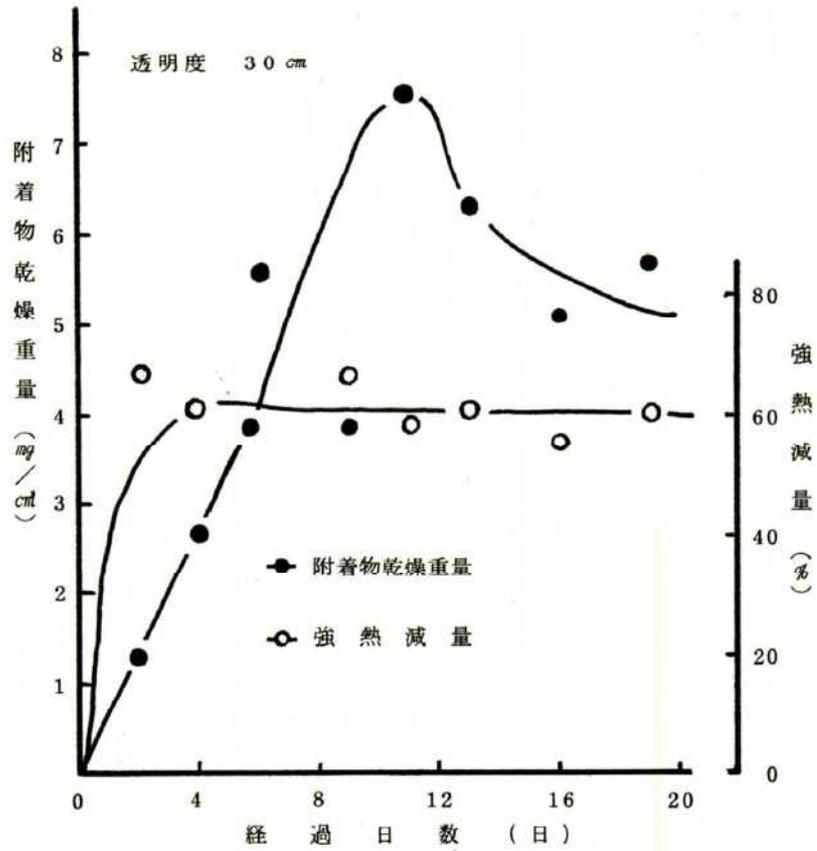
第2図 流速と珪藻の附着について



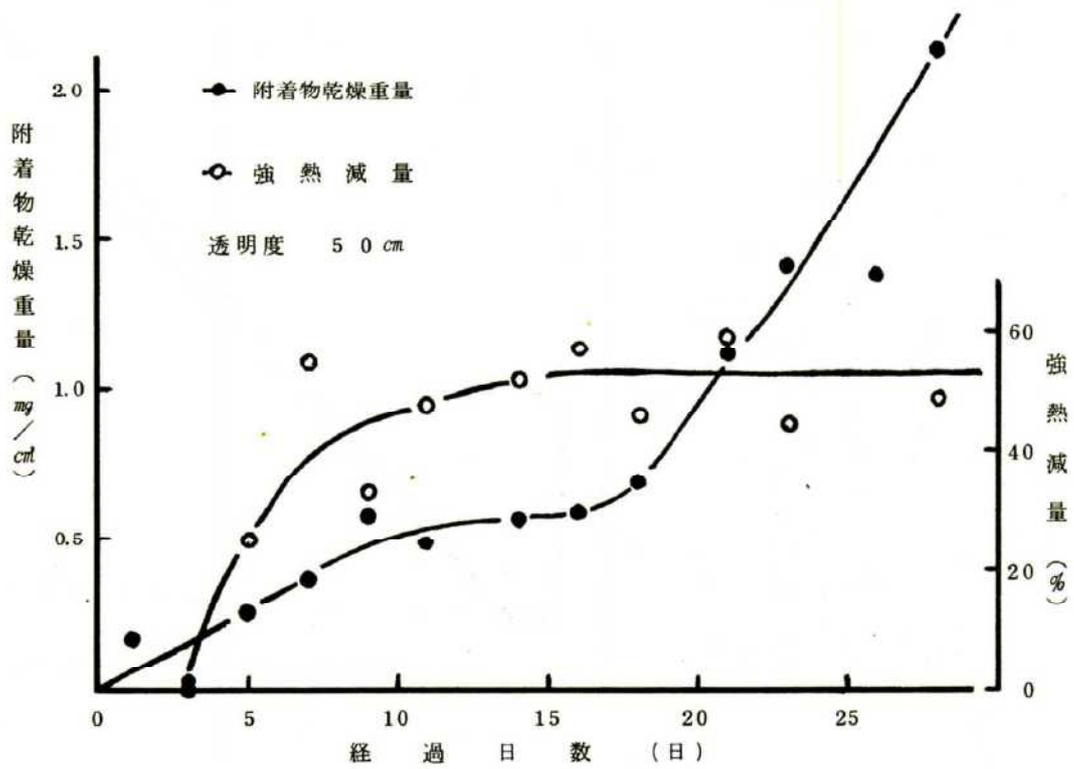
第3図 垂下時間と珪藻の附着について



第4図 経過日数と汚れとの関係



第5図 経過日数と汚れとの関係



結果は第4図および第5図に示した通りであるが、これによると透明度の低い池中、すなわち浮游物の多い池中では、網地の汚れの速度が明らかに早く、附着物量も多くなっている。したがってこのことは浮游物の多少が、網地の汚れの一つの重要な要因と考えられる。強熱減量はいずれも60%近くで一定になり、有機物量は附着物量の多少に関係なく全体の40%近くを占めている。

また透明度30cmの池に垂下した網地の附着物量が12日以後少なくなっているが、これはある程度まで附着物が着生すると、その後は附着性の弱いものが脱落するものと考えられ、附着、脱落、附着……の関係を繰り返しながら、徐々に汚れの度合いが進むものと考えられる。したがってある時期までは網地の汚れは早く進むが、その後は次第にゆっくりとなるものと思われる。

次に垂下日数とともに、網生管内への流入量がどのように変化するかを10×10×15cmの模型網生管を霞ヶ浦に垂下して調べた。実験方法は、網生管内にフルオールレッセイン色素を投入し、網生管内で回転棒をゆっくり回転させることによって、色素の濃度変化より $C = C_0 e^{-\frac{QT}{V}}$ (但し、 C_0 : 初めの溶液の濃度、 C : T時間後の濃度 V : 溶液の容量 Q : 流入水量 T : 時間) の式を用いて流入量を測定した。使用網地は目合い空間面積、0.30 mm^2 のナイロン・マーキュレット網地および空間面積4.37 mm^2 、10.22 mm^2 のクレモナの縞子網の三つであり、結果は第6図

に示した。

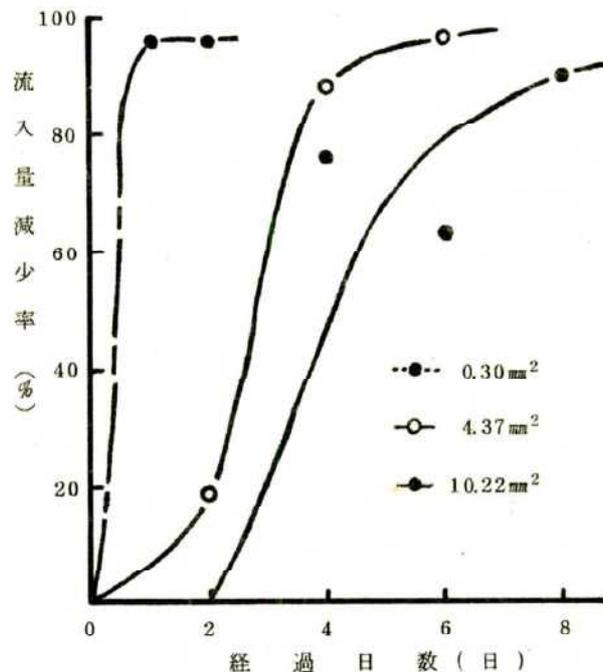
第6図 経過日数と網生管内への流入量について

これによると、0.30 mm^2 のものでは、垂下翌日に既に100%近く流入量が減少しており、10.22 mm^2 のものについても、垂下後8日で約90%も流入量が落ちていることが判る。回転棒の速度の問題もあって一概にはいえないが、このように目合いの比較的小さい網地の汚れの速度が非常に早いことが判る。

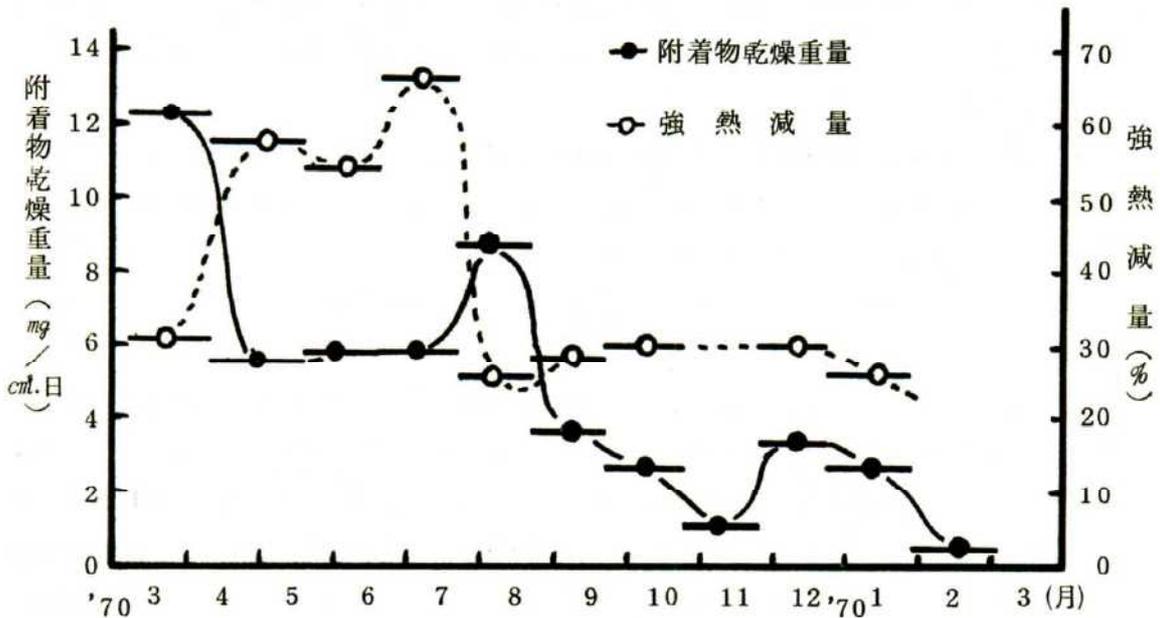
(3) 季節変化と網地の汚れについて

年間を通して網地の汚れの状況が多少異なるように思われたので、105径のクレモナ縞子

網を約30日間単位で、霞ヶ浦の水深約1mの所に垂下し季節的な変化を調べた。結果は第7図に示した通りである。



第7図 季節変化と網地の汚れについて



これによると附着物量としては3～7月迄が、有機物量は5～7月までが年間を通して他の時間より多くなっている。

これは一年のみの観察であるので、確かなことはいえないが、一般的には附着物量が多いと有機物の量も多く、附着物量が少ないと有機物量も少なくなっている傾向がみられる。

(4) 網地の汚れの防止について

富栄養化の進んでいる霞ヶ浦において、網地の汚れは今後ますます重要な問題となってくることは間違いないと考えられる。

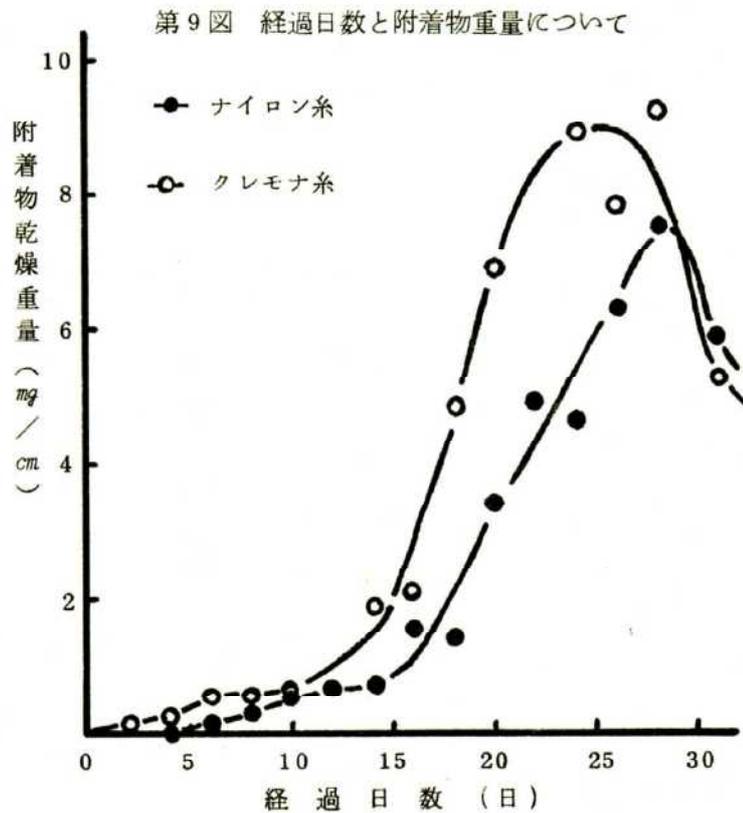
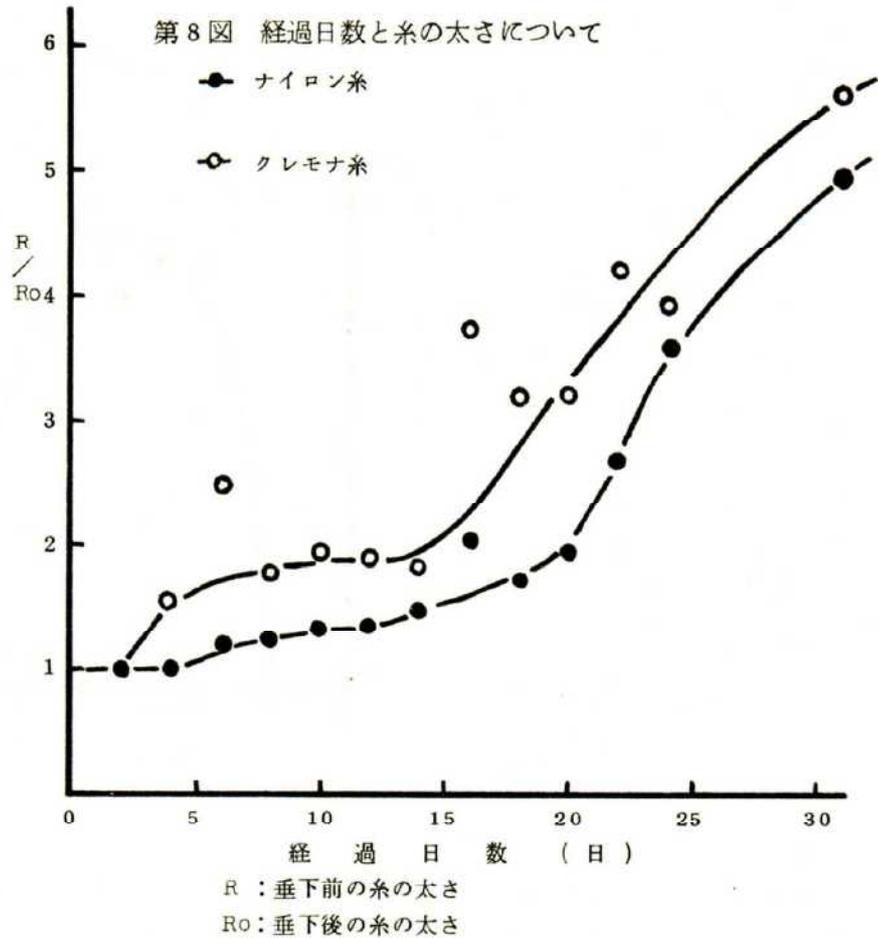
現在、汚れの防止方法として一般に利用されているものに化学薬品がある。すなわち、塗料として網地に塗り附着生物を斃死させることによって汚れを防ぐという方法である。

この方法の多くは海での漁網を対象としたものであるが、附着生物を殺すという点では既に述べたように霞ヶ浦でも利用できる筈である。しかし、現在のところあまり効果は望めないようである。(2) 仮りに効果があったとしても比較的閉鎖的な湖沼で、毒物であるこれらの塗料を使用することは、環境汚染の立場からも非常に問題がある。したがって化学薬品を利用する場合には、あらゆる方面からの十分な検討が必要であろう。

このような困難な条件のために、適当な化学薬品を見出すことが出来なかったので、ここでは網糸の種類によって汚れの状態が異なるかどうかを調べてみた。

実験材料として直径0.9 mmのナイロンおよびクレモナ糸を使用した。試験は湖水注入池に夫々垂下し、約2日ごとに取り上げて、糸の水中での太さ、附着物乾燥重量および附着物のCODを測定した。各々の結果は第8図、第9図および第10図に示した通りである。

これによると糸の太さおよび附着物量ともに、ナイロン糸よりクレモナ糸の方がいづれも高い値を示しており、クレモナ糸の汚れの度合いの強いことを意味している。一方、CODでは、ナイロン糸の方が非常に値が高く、ナイロン糸では有機物質が多く附着するのにくらべ、クレモナ糸では無機物質が非常につきやすいことを示している。この違いは、ナイロン糸では表面がなめらかで、吸水性が全くないのにくらべ、クレモナ糸の方は糸状突起が多く吸水性もあることによるのか、または化学組成など別の要因によるものかはここでは判らなかつ



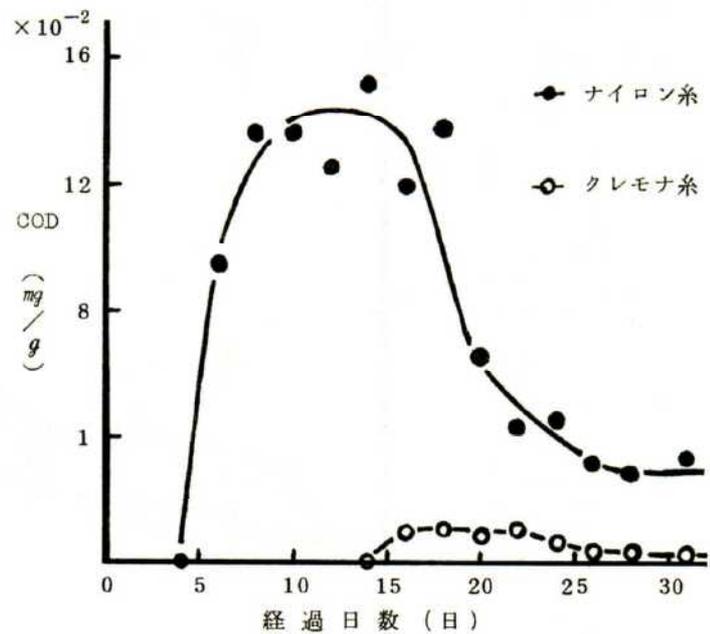
た。

第10図 経過日数と附着物のCODについて

附着物量はナイロン、クレモナ糸とも、垂下後25日頃から、またCODではナイロン糸が15日頃に、クレモナ糸は25日頃に値が減っている。これは糸の太さ、すなわち附着物の着生がどちらも進んでいることから、既に述べたように外観的には汚れが進んでいるように見えても、ある一定の汚れに達すれば、その後附着物の脱落があることが推測される。

このように網糸の種類によって、明らかに汚れの状態が違うことが判ったので、次に市販の網地を用いて、その汚れの違いを試験してみた。

試験に使用した網地は、第3表に示した10種類である。これらの網地を15×20cmの木枠に張り、霞ヶ浦の同一水深に20日間垂下して、その汚れの状態を比較した。この場合、使用した網地の目合いおよび網糸の太さが、第3表に示されてあるように夫々異なるので、これらを補正するために網糸の直径と附着物量および網地の目合いと附着物量との関係を夫々求めた。



第3表 供試網地の種類

項目 №	使用網地		網糸の直径	網目の面積	糸状突起の有無
	商品名	化学組成			
1	テトロン	ポリエステル	1.12 mm	1.06 cm ²	×
2	クレモナ	ビニロン	1.18	0.78	○
3	カネカロン	ポリエチレン	0.80	1.37	×
4※	ハイゼックス	"	1.55	1.02	×
5※	ナイロン	ナイロン	1.49	1.39	×
6	ナイロン	"	1.31	2.62	×
7	旭麟	ナイロン, ビニリデン	1.18	1.02	×
8	テビナイ	ナイロン, 塩ビニール	0.77	1.04	×
9	スパン		1.25	8.02	○
10	クレモナF		1.09	2.66	×

※……無結節網地

網糸の直径と附着物量との関係は、種々の太さのクレモナ糸を霞ヶ浦に垂下して、21日後垂下前後の水中での太さの比をもって表わした。また網地の目合いと附着物量との関係は、同一太さのクレモナ糸を用いた種々の目合いの網地を霞ヶ浦に垂下することにより求めた。

これらの実験結果

は第11図をらびに

第4表に示した。こ

れによると網糸の太

さと附着物量との関

係は $R = 3.38 R_0^{0.525}$

(但し、 R_0 :垂下前

の糸の直径、 R :垂

下後の糸の直径)と

表わすことができる。

また網地の目合いと

附着物重量との関係

は、目合い空間面積

0.28 cm^2 以上では、

単位長さ当たりほとん

ど同一量とみなされることが判った。これら

の実験結果が先きに上げた10種類の網地の

網糸に適用できると仮定すると、直径を1.0

mm、目合い空間面積を 121 mm^2 と同一条件に

した場合、水中での垂下前後の目合いの空間

面積の比を計算し、図示すると第12図のよ

うになる。

これによると網地の種類によって汚れの状

態がかなり異なっていることが判る。このよ

うな違いは先きに述べたように、網糸の突起の有

無および織り方によるのではなく、むしろ化学組成による違いなど別の要因によるものではないかと思われる。なお、一般的にはナイロン、ハイゼックス、クレモナFおよびスパン等が比較的良い結果がでて

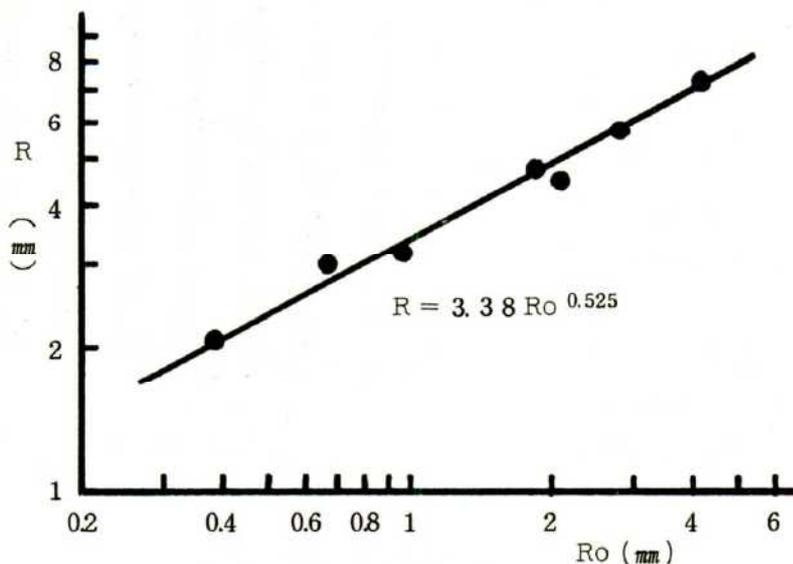
いる。これに対して、テトロンは汚れの度合いが一番大きくなっている。

このように網地の種類によって汚れの状態が明らかに異なっているが、このことは汚れの防止対策の一つの手掛りになるのではないかと思われる。

次に稚魚用網生簀の場合、air stoneによる送気が、酸素供給の働きと共に汚れの防止に利用できないかどうかを検討してみた。

試験方法はair stoneに直径0.9mmのクレモナ糸およびナイロン糸を結びつけて、湖水

第11図 網糸の太さと附着物量について



R_0 : 垂下前の糸の太さ

R : 垂下後の糸の太さ

第4表 網目の空間面積と附着物量について

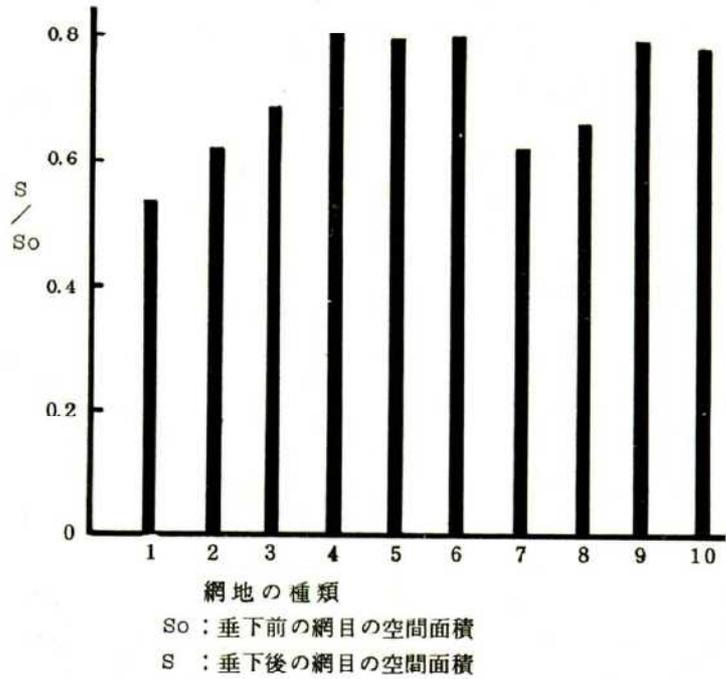
網目の空間面積	附着物乾燥重量
0.14 cm^2	0.47 mg/cm
0.28	0.85
0.58	0.71
0.87	0.71
1.30	0.75
5.54	0.89

注入池に垂下し、経過日数と附着物乾燥重量および附着物のCODを測定した。

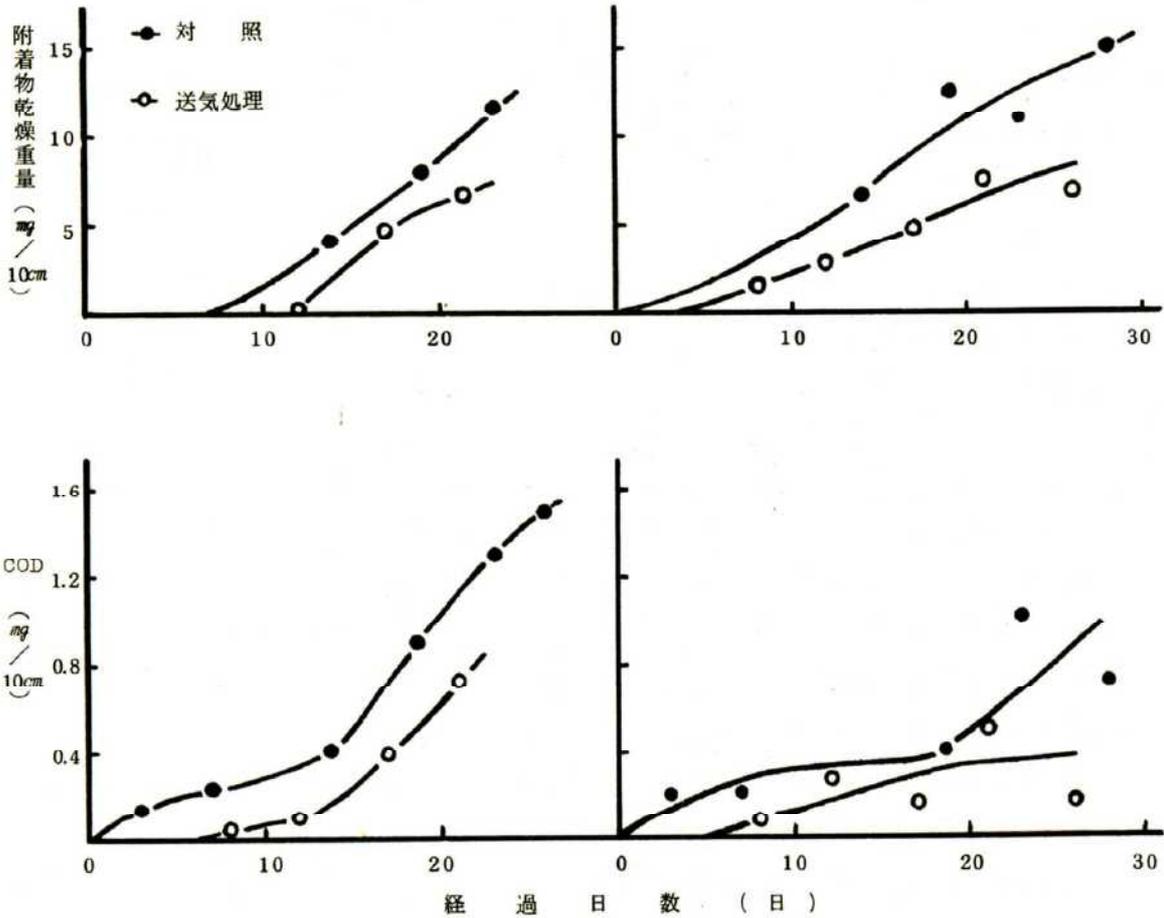
結果は第13図に示したが、これによるとナイロン、クレモナ糸ともに、多少の効果はみられたがあまり有効な方法とは思われなかった。

網生簀の場合、その垂下する水深によって網地の汚れをいくらかでも防ぐことができる

第12図 網地の種類と汚れについて



第13図 送気が汚れにおよぼす影響



のではないかと考え、水深と附着物量との関係を次のような試験をおこなって調べた。

試験方法は直径 2.6 mm のクレモナ糸を霞ヶ浦に 20 日間垂下して、各水深ごとに附着物乾燥重量および強熱減量を測定した。

試験結果は第 14 図に、またその時の水深および透明度は第 15 図に示した通りである。これによると附着物量と強熱減量の値は全く対称的で、互いに反比例の関係を示している。このことはまた、附着物量および強熱減量の値がいずれも補償深度に近い水深 120 cm ぐらいまで高い値を示していることから、附着性植物プランクトンの着生が重要な働きをしているという先きの推測と一致している。

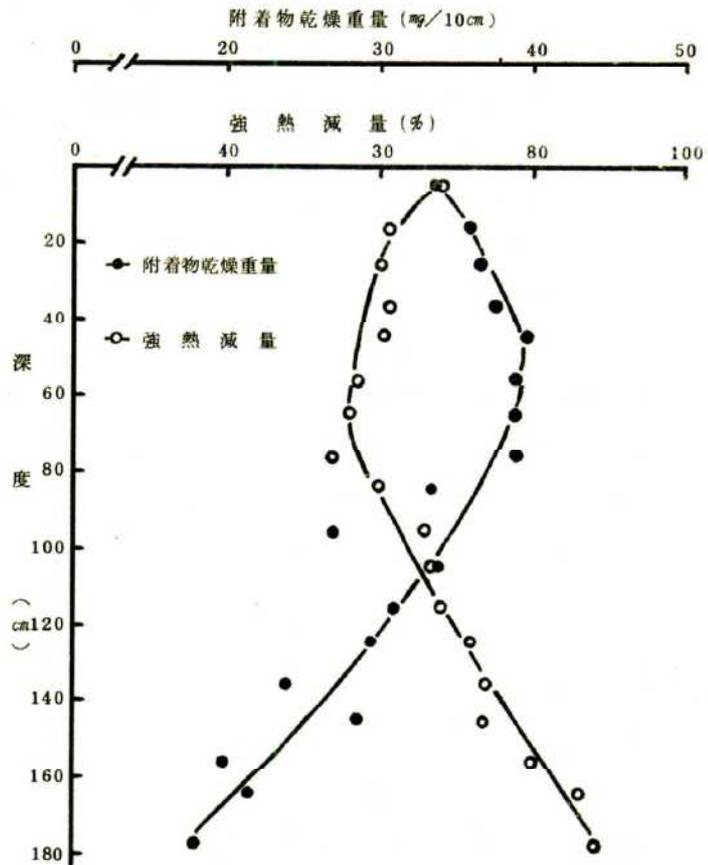
このように附着物量は、補償深度を境にして減少していることから、網生管等は補償深度以下に垂下することによって、網地の汚れはある程度防ぐことができるものと考えられる。

(5) 汚れの利用

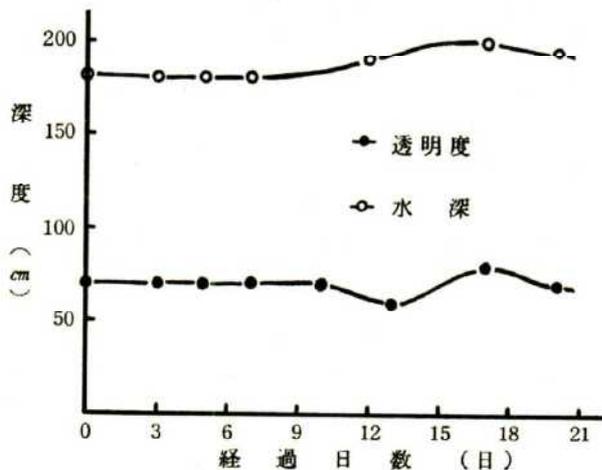
現在、網地の汚れに対する防止が強く望まれており、本試験もそれを目的として行ってきたが、網地の汚れ、すなわち附着現象の利用、ならびに附着物の利用の可能性について考えてみた。

霞ヶ浦にハイゼックス網地を 6 月 15 日から 11 月 19 日まで垂下し、その附

第 14 図 水深と汚れとの関係



第 15 図 透明度と水深について



着物の栄養組成を測定した結果が第5表である。

第5表 附着物の栄養組成

これによると有機物量が乾燥重量の約31%を占めていることが判る。このような附着物を餌料として利用できないかどうかを、グッピーを用いて飼育試験を行なってみた。結果は第16図に示したが、これによるとイトミミズを投与したものとほとんど同じ成長を示しており、魚種によっては餌料として十分利用できることが判る。

粗蛋白質	14.9%
粗脂肪	1.2
粗繊維	8.2
炭水化物	7.1
灰分	68.6

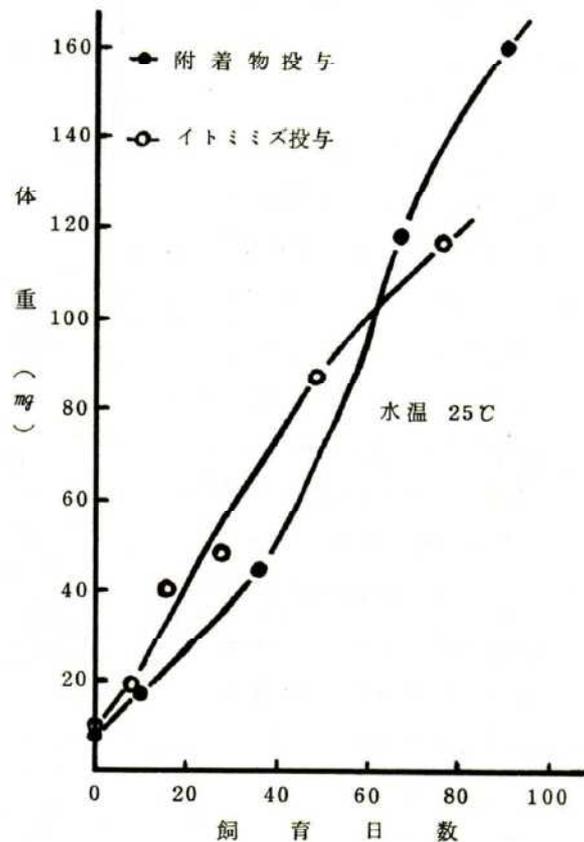
また網地に附着するという現象から、水中の浮游物の除去に対する利用を考えてみた。第4図および第5図からすると、透明度50cmの水では、ナイロン・マーキュゼット網地では28日で 2.1 mg/cm^2 の、また透明度30cmの水では同じく12日で 7.5 mg/cm^2 の浮游物を附着させ取り除くことができ、場合によっては十分に利用できるものと思われる。

3 要 約

網地の附着物による汚れがどのような形でおこっているのかを調べ、汚れの防止に役立つことを目的として試験をおこなった。

- (1) 網地の汚れには附着性の植物プランクトンが重要な働きをしているものと考えられる。
- (2) 網地の汚れは、附着、脱落、附着……の関係を繰り返しながら進むものと思われる。
- (3) 年間を通しては、3～7月が附着物量が多くなっている。
- (4) 網地の種類によって汚れの状態が異なり、ナイロン、ハイゼックス等が比較的汚れが少なく、テトロンでは逆に汚れの度合いがひどい。
- (5) 網地の汚れは、餌料および浮游物の除去に利用できる可能性があると思われる。

第16図 附着物投与によるグッピー(♀)の飼育



参 考 文 献

- 1) 浜田篤信・津田勉, 1965: 簡易流速計の試作, 本誌第7号
- 2) 阿部準三, 1970: 化繊網網に附着する汚濁物の防止に関する研究-I, 日本水産学会年会, 講演要旨